

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-343193

(43)Date of publication of application : 12.12.2000

(51)Int.Cl.

B22D 13/10

B22D 13/12

B22D 37/00

(21)Application number : 11-155283

(71)Applicant : KUBOTA CORP

(22)Date of filing : 02.06.1999

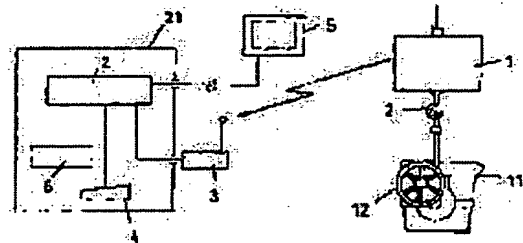
(72)Inventor : TSUJIMOTO YUTAKA  
MORIKAWA TAKERU  
TAGA SHIGEO

## (54) CENTRIFUGAL CASTING METHOD AND CASTING SPEED INDICATING DEVICE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a casting with fine structure and uniform quality across entire thickness direction by making the casting speed of a thick portion as a specific range and inclining a ladle from data of the molten metal remaining quantity in the ladle and the casting speed.

SOLUTION: In this centrifugal casting, casting speed is set to be 7-40 kg/sec. It is preferable that a thick portion of at least 10 mm or more from the inner face of a centrifugal casting mold is cast at the casting speed of 7-40 kg/sec. At that time, a computer 2 is installed in a control chamber 21. The computer 2 stores the measuring data inputted via a receiving device 3 at given time intervals by a processing program, and outputs the data to a display 5 in real time. Additionally, the required molten metal volume and the ladle metal remaining quantity against the casting elapsed time are computed at given time intervals from a preset data such as the casting speed inputted from a keyboard 4. The results are stored as the indication data and displayed on the display 5. The ladle 11 is inclined by the indication data so as to keep a given casting speed.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

18.12.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-343193

(P2000-343193A)

(43) 公開日 平成12年12月12日 (2000. 12. 12)

(51) Int.Cl.

B 2 2 D 13/10

13/12

37/00

識別記号

5 0 5

F. I

B 2 2 D 13/10

13/12

37/00

テームコード\* (参考)

5 0 5 A

Z

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平11-155283

(22) 出願日

平成11年6月2日 (1999. 6. 2)

(71) 出願人 000001052

株式会社クボタ

大阪府大阪市浪速区敷津東一丁目2番47号

(72) 発明者 辻本 豊

兵庫県尼崎市西向島町64番地 株式会社ク

ボタ尼崎工場内

(72) 発明者 森川 長

兵庫県尼崎市西向島町64番地 株式会社ク

ボタ尼崎工場内

(72) 発明者 多賀 重夫

兵庫県尼崎市西向島町64番地 株式会社ク

ボタ尼崎工場内

(74) 代理人 100061745

弁理士 安田 敏雄

(54) 【発明の名称】 遠心力鋳造法及び鋳込速度指示装置

(57) 【要約】

【課題】 遠心力鋳造で鋳込速度を低速にすることで、結晶粒を細かくした。

【解決手段】 遠心力鋳造において、 $7 \sim 40 \text{ kg/s}$  の鋳込速度とする。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 取鍋中の溶湯を遠心力鋳造用金型に鋳込み、遠心力鋳造する方法において、鋳込み速度を $7\sim 40\text{ kg/sec}$ とすることを特徴とする遠心力鋳造方法。

【請求項2】 取鍋中の溶湯を遠心力鋳造用金型に鋳込み、遠心力鋳造する方法において、遠心力鋳造用金型の内面から少なくとも $10\text{ mm}$ 以上の肉厚部分を $7\sim 40\text{ kg/sec}$ の鋳込み速度で鋳込むことを特徴とする遠心力鋳造方法。

【請求項3】 取鍋中の溶湯を遠心力鋳造用金型に鋳込み、遠心力鋳造する方法において、遠心力鋳造用金型の内面から少なくとも $50\text{ mm}$ 以上の肉厚部分を $7\sim 40\text{ kg/sec}$ の鋳込み速度で鋳込むことを特徴とする遠心力鋳造方法。

【請求項4】 取鍋内の溶湯の残量を測定する計量手段と、この計量手段から出力された測定データを記憶し、鋳込速度設定器から入力された速度データを基に鋳込経過時間に対する取鍋内の溶湯残量を演算し、この演算によって得られた指示データを記憶するコンピュータと、該コンピュータから出力された指示データ及び測定データを表示するディスプレイと、を備えていることを特徴とする鋳込速度指示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、鋳造層内の全体に亘って均一な微細組織が得られる遠心力鋳造法およびその実施に使用される鋳込速度指示装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 遠心力鋳造法は、管材や圧延用ロールの外層等の円筒状鋳物の鋳造に好適な方法である。遠心力鋳造法は、作業者が取鍋を傾動させることにより、取鍋内の溶湯を注湯樋を介して回転する遠心力鋳造用金型に鋳込むことにより実施されるのが通例であり、鋳込速度は作業者の経験と勘に頼っているが、概ね $70\sim 100\text{ kg/sec}$ 程度で、鋳込速度は高速であった。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、鋳物の肉厚が厚くなると、遠心力鋳造用金型に鋳込まれた溶湯は、金型内面近傍部では金型による放熱によって速やかに冷却凝固して微細な結晶粒を有する層となり、また溶湯層の内面近傍部でも大気中への放冷により比較的細かい組織となるが、中間部分は放熱しにくく凝固が遅れるため、結晶粒が粒大化したり、偏析が生じ易い。このため、鋳込み初めから鋳込み終了までを $70\sim 100\text{ kg/sec}$ の鋳込速度で行うと径方向に沿って均一な物性が得られにくく、例えば圧延ロールの外層では、表面から摩耗していくに従い、ロール表面に肌荒れ部や偏摩耗部が生じ、これらが被圧延材に転写され、品質を損なう。

【0004】 本発明はかかる問題に鑑みてなされたもので、厚肉の円筒状鋳物（ロール、ローラ）であっても、 $7\sim 40\text{ kg/sec}$ の鋳込速度（低速鋳込み）とすることによって肉厚全体に亘り、組織が微細で均質な鋳物を得ることができる遠心力鋳造法および該鋳造法を容易に実施するための補助装置（鋳込速度指示装置）を提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するための請求項1に係る遠心力鋳造法は、取鍋中の溶湯を遠心力鋳造用金型に鋳込み、遠心力鋳造する方法において、鋳込み速度を $7\sim 40\text{ kg/sec}$ とすることを特徴とするものである。また、請求項2に係る遠心力鋳造法は、遠心力鋳造用金型の内面から少なくとも $10\text{ mm}$ 以上の肉厚部分を $7\sim 40\text{ kg/sec}$ の鋳込み速度で鋳込むことを特徴とするものである。

【0006】 更に、請求項3に係る遠心力鋳造法は、遠心力鋳造用金型の内面から少なくとも $50\text{ mm}$ 以上の肉厚部分を $7\sim 40\text{ kg/sec}$ の鋳込み速度で鋳込むことを特徴とするものである。また、請求項4に係る鋳込速度表示装置は、取鍋内の溶湯の残量を測定する計量手段と、この計量手段から出力された測定データを記憶し、鋳込速度設定器から入力された速度データを基に鋳込経過時間に対する取鍋内の溶湯残量を演算し、この演算によって得られた指示データを記憶するコンピュータと、該コンピュータから出力された指示データ及び測定データを表示するディスプレイと、を備えていることを特徴とするものである。

【0007】 請求項1に係る本発明では、鋳込み開始から鋳込み終了までの鋳込み速度を $70\sim 40\text{ kg/sec}$ の低速にするのである。このように、鋳込速度を低くすると、取鍋内の溶湯の温度は自然放冷により漸減し、低い温度の溶湯が順次、遠心力鋳造用金型内に供給される。従って、単位時間当たりの供給量が少なく、かつ低温の溶湯が供給されるため、既に凝固した鋳造層の内周面に供給された溶融が速やかに冷却凝固し、微細組織の鋳造層を連続的に成長させることができる。

【0008】 また、請求項2では少なくとも $10\text{ mm}$ 以上の肉厚部分を $7\sim 40\text{ kg/sec}$ の鋳込速度とし、請求項3では、少なくとも $50\text{ mm}$ 以上の肉厚部分を $7\sim 40\text{ kg/sec}$ の鋳込速度とするのである。すなわち、遠心力鋳造用金型の内面から $50\text{ mm}$ 程度好ましくは $10\text{ mm}$ 程度までは、金型自体の冷却能による急冷効果が期待でき、また金型内周面に溶湯を速やかに行き渡らせる必要があるため、従来通りの鋳込速度でよく、かかる鋳込速度でも微細組織を得ることができる。

【0009】  $50\text{ mm}$ 好ましくは $10\text{ mm}$ を越えると金型の急冷効果が期待できないため、鋳込速度を遅くすることが必要であり、鋳込速度を $7\sim 40\text{ kg/sec}$ にする。  $7\text{ kg/sec}$ 未満では熱容量が少ないため、鋳込途中

3

で凝固が開始するおそれがあり、一方40kg/秒を越えると取鍋内溶湯の温度低下が少なく、また、熱量が放熱量に対して多くなるため、鋳造層に連続的に成長させることが困難となり、鋳造層内に結晶粒の粗大化が生じるおそれがある。また、請求項4に係る鋳込速度表示装置によれば、鋳込作業に際して、作業者は鋳込速度指示装置のディスプレイに表示された指示データの指示線を見ながら、これに沿って、計量手段から所定時間間隔で出力される取鍋中の溶湯残量の測定データを重ね合わせるように、取鍋の傾動操作を行うことにより、経験や勘に頼ることなく、容易に所定の鋳込速度を確保することができる。

#### 【0010】

【発明の実施の形態】まず、本発明の遠心力鋳造法を実施するに際し、所定の鋳込速度で鋳込作業を行うための鋳込速度指示装置について説明する。図1は該鋳込速度指示装置の全体構成図であり、作業場において、クレーンやモノレールに計量手段としての一例である吊秤1が吊持ちされ、該吊秤1のフック2に取鍋11が吊り下げられる。該取鍋11にはハンドル12が付設されており、作業者は該ハンドル12を回動することによって、ギヤ機構を介して取鍋11が傾動され、その中の溶湯が遠心力鋳造用金型内に鋳込まれる。

【0011】前記吊秤1は、溶湯を收容した取鍋の全体重量を測定し、全体重量から取鍋自体（風袋）の重量を減じた取鍋内溶湯重量を測定データとして所定の時間間隔（5回/秒程度）で、無線で発信する。制御室21にはコンピュータ2が設置されており、入力装置として測定データ受信装置3および鋳込速度や鋳物外径、肉厚等を設定、入力するためのキーボード4が接続され、また出力装置としてCRTディスプレイ5およびプリンタ6が接続されている。尚、ディスプレイ5は作業場に設置される。

【0012】前記コンピュータ2は、処理プログラムによって、受信装置3を介して入力された測定データを所定時間間隔で記憶すると共にリアルタイムでディスプレイ5に出力する。また、キーボード4から入力された鋳込速度等の設定データから必要溶湯量および鋳込経過時間に対する取鍋残湯量を所定時間間隔で演算し、その結果を指示データとして記憶する。そして、指示データをディスプレイ5に表示すると共に、鋳込開始時点における測定データを指示データに一致させたうえで、測定データを時々刻々リアルタイムで表示する。尚、鋳込開始時点は、測定データが所定量変化する時点をもって、すなわちある時点のデータD1と次に入力されたD2との差（D1-D2）が所定量以上になる時点をもってコンピュータ内部で認識される。また、これらのデータは、ディスプレイ5に表示されると共に、プリンタ4にも記録される。

【0013】該鋳込速度指示装置によれば、作業者はデ

4

ィスプレイ5に表示された指示データの指示線に沿って、測定データを重ねるように取鍋11の傾動操作を行えばよい。また、実際の鋳込曲線がプリンタ6によって記録されるため、この記録を見て不良対策を事前に行うことができる。例えば、図2のような鋳込曲線Bの場合、指示線Aに対して、鋳込み初期において単位時間当たりの注湯量が著しく多いことが分かり、金型内面の塗型が剥がれ、鋳造欠陥が生じていることが予測され、超音波探傷などによって慎重に検査する必要があることが分かる。

【0014】尚、図1では取鍋11は作業者のハンドル操作によって傾動させるものを示したが、サーボモータ等の駆動手段を付設し、指示線に従って、測定データと指示データとが一致するようにフィードバック制御を行い、コンピュータからの指令により傾動させるようにしてもよい。本発明の鋳造法は、大形鋳物ほど効果的であり、例えば圧延用ロールの外層の場合では、外径φ400~φ850mm、胴長（外層軸方向長）1200~3000mm、鋳込肉厚50~120mm程度のものが好対象である。

【0015】尚、遠心力鋳造法としては、遠心力鋳造用金型の回転軸心が水平、斜めのいずれのものでも適用可能である。以下、具体的鋳造実施例を掲げる。

#### 【0016】

【実施例1】φ792mm×12700mmで、肉厚100mmの圧延ロール外層の鋳造例であり、実施例1および従来例の1のいずれにおいても、下記組成の高合金グレン鋳鉄溶湯を1290℃で、G No. 140で回転する遠心力鋳造用金型に鋳込んだ。鋳込みに際しては、図1の指示装置を用いた。鋳造結果を図3に示す。Aは演算によって得られた指示データの指示線、Bは実際の鋳込曲線である。この実施例1では鋳込開始から鋳込終了までの鋳込速度は7~40kg/sec、具体的には、図3で示すように、30kg/sec（残湯量4200kg/鋳込時間140sec）の低速鋳込みを実施した。一方、従来例の1では、75kg/secの高速鋳込みを実施した。

#### 【0017】実施例1の溶湯組成（wt%）

C: 3.33, Si: 0.69, Mn: 0.66, P: 0.031, S: 0.016, Ni: 4.40, Cr: 1.65, Mo: 0.42, 残留Fe

#### 従来例1の溶湯組成（wt%）

C: 3.30, Si: 0.72, Mn: 0.68, P: 0.032, S: 0.018, Ni: 4.43, Cr: 1.68, Mo: 0.45, 残留Fe

鋳造後、実施例1および従来例の1について、鋳造表面（金型内面）から25mm位置でのミクロ組織（50倍）を観察した。

【0018】図4が実施例1であり、図5が従来例の1

5

であり、実施例1ではマイクロ組織の結晶粒が細かく、一方、従来例の1では結晶粒が実施例1に比べて粗大化している様子が観察される。勿論、実施例1の外層はマクロ偏析は生じてなく、一方、従来例の1は所々にマクロ偏析が認められた。

#### 【0019】

【実施例2】 $\phi 785\text{mm} \times L2100\text{mm}$ で、肉厚100mmの圧延ロール外層の鋳造例であり、実施例2および従来例の2のいずれにおいても、下記組成の高合金グレン鋳鉄溶湯を1290℃で、G No. 140で回転する遠心力鋳造用金型に鋳込んだ。鋳込み際には、図1の指示装置を用い、鋳造結果を図6に示し、図6において、Aは演算によって得られた指示データ（目標）の指示線、Bは実際の鋳込曲線である。

【0020】この実施例2では鋳込開始から6secまでの鋳込速度を60kg/secの高速鋳込みとし、その後（少なくとも10mm以上の肉厚部分）は、24kg/secの低速鋳込速度で実施し、一方、従来例の2では65kg/secの高速鋳込速度で実施した。

実施例2の溶湯組成（wt%）

C: 3.35, Si: 0.70, Mn: 0.65,  
P: 0.025, S: 0.014, Ni: 4.39,  
Cr: 1.65, Mo: 0.39, 残部Fe

従来例の2の溶湯組成は、従来例の1と同様である。

【0021】鋳造後、実施例2および従来例の2について、鋳造表面（金型内面）から25mm位置でのマイクロ組織（50倍）を観察した。図7が実施例2であり、図8が従来例の2であり、実施例2ではマイクロ組織の結晶粒が細かく、一方、従来例の2では結晶粒が実施例2に比べて粗大化している様子が観察される。

#### 【0022】

【実施例3】 $\phi 785\text{mm} \times L2100\text{mm}$ で、肉厚100mmの圧延ロール外層の鋳造例であり、実施例3および従来例の3のいずれにおいても、下記組成の高合金グレン鋳鉄溶湯を1290℃で、G No. 140で回転する遠心力鋳造用金型に鋳込んだ。鋳込みの際には、図1の指示装置を用いて、鋳造結果を図9に示し、図6において、Aは演算によって得られた指示データの指示線、Bは実際の鋳込曲線である。

【0023】この実施例3では鋳込開始から23secまでの鋳込速度を65kg/secの高速鋳込みとし、その後（少なくとも50mm以上）実施例3では12mm以上の肉厚部分は、14kg/secの低速鋳込みをし、一方、従来例3では65kg/secの高速鋳込みとした。

実施例3の溶湯組成（wt%）

C: 3.33, Si: 0.75, Mn: 0.65,  
P: 0.033, S: 0.016, Ni: 4.44,  
Cr: 1.66, Mo: 0.40, 残部Fe

従来例の3の溶湯組成は従来例の1と同じである。

6

【0024】鋳造後、実施例3および従来例の3について鋳造表面40mm、マイクロ組織を図10、図11に、マクロ組織を図12、図13にそれぞれ示している。実施例3では図10で示すように、従来例の3（図11参照）に比べて鋳造表面40mmのマイクロ組織は結晶粒が細かく、一方、従来例の3は粗大化していることが観察され、マクロ組織においても実施例3（図12参照）は、マクロ偏析がなく、従来例の3（図13）ではマクロ偏析が所々に観察された。

#### 【0025】

【発明の効果】以上詳述したように本発明に係る遠心鋳造法によれば、鋳込中における取鍋内の溶湯の温度低下と放熱量に見合った単位時間当たりの鋳込量とによって、鋳込んだ溶湯を順次連続的に凝固させることができ、鋳物の肉厚の全範囲に亘って組織の微細化、均質化を図ることができ、凝固遅延に起因するマクロ偏析の生成を防止することができる。また、本発明の鋳込速度指示装置によれば、ディスプレイに表示された、取鍋溶湯残量を示す指示線に沿って測定ータを重ね合わせるように取鍋の傾動操作を行うことにより、容易に所定の鋳込速度を確保することができ、経験と勘に頼っていた鋳込作業を定量化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】鋳込速度指示装置の全体構成図である。

【図2】鋳造結果を示すグラフ図である。

【図3】実施例1の鋳造効果を示すグラフ図である。

【図4】実施例1のマイクロ組織を示す金属組織写真である。

【図5】実施例1と対比する従来例の1の金属組織写真である。

【図6】実施例2の鋳造結果を示すグラフ図である。

【図7】実施例2のマイクロ組織を示す金属組織写真である。

【図8】実施例2と対比する従来例の2の金属組織写真である。

【図9】実施例3の鋳造結果を示すグラフ図である。

【図10】実施例3のマイクロ組織を示す金属組織写真である。

【図11】実施例3と対比する従来例の3の金属組織写真である。

【図12】実施例3のマクロ組織を示す金属組織写真である。

【図13】実施例3と対比する従来例の3の金属組織写真である。

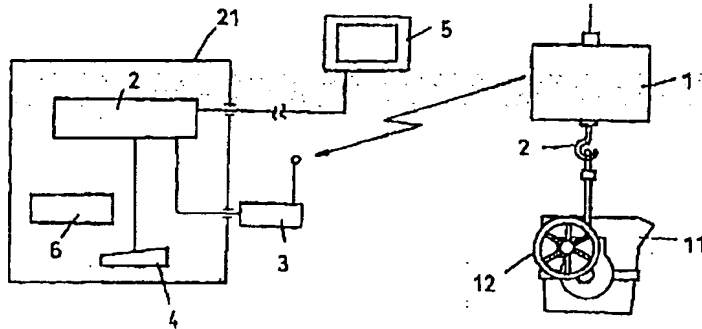
【符号の説明】

- 1 計量手段（吊秤）
- 2 コンピュータ
- 5 ディスプレイ
- 11 取鍋

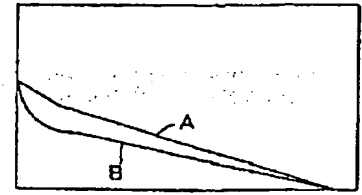
(5)

特開2000-343193

【図1】

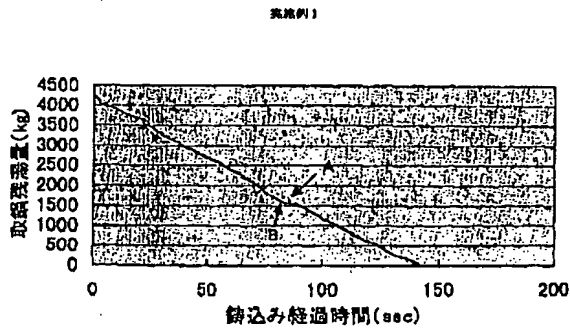


【図2】

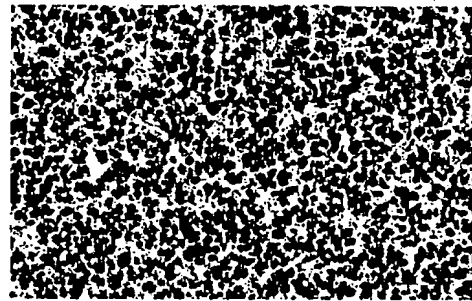


鋳込み経過時間 (秒)

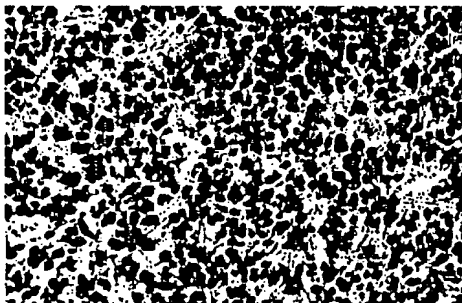
【図3】



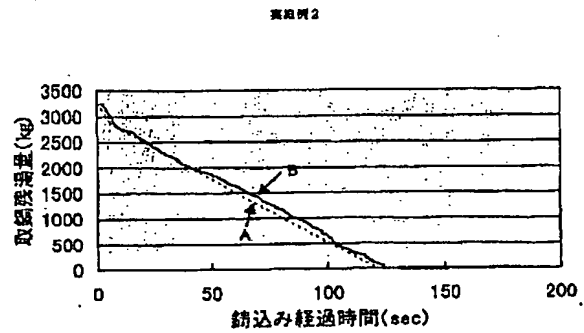
【図4】



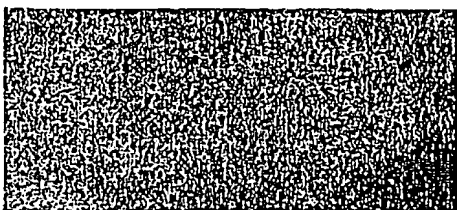
【図5】



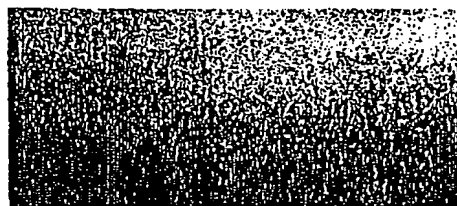
【図6】



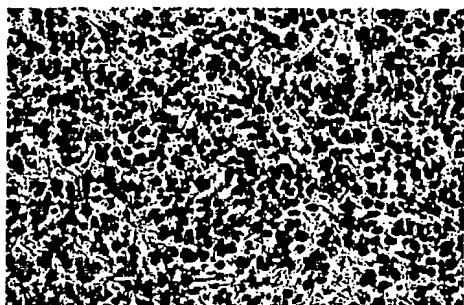
【図12】



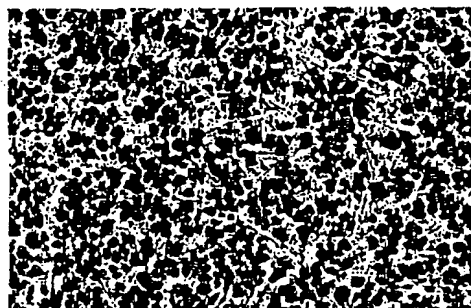
【図13】



【図7】

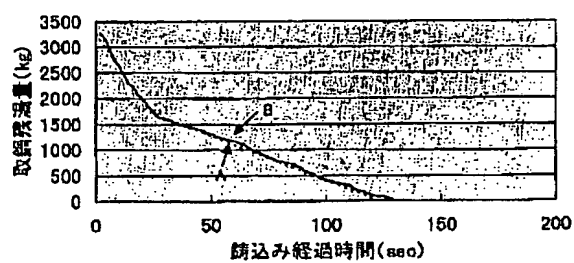


【図8】

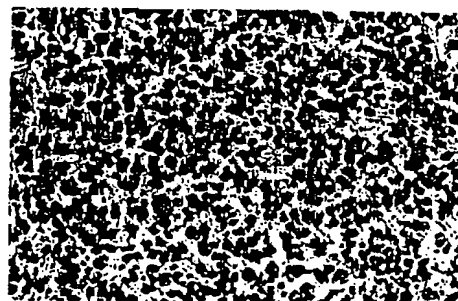


【図9】

例3



【図10】



【図11】

